

Hongos del suelo que dañan las raíces y troncos de los agrios

JUAN J. TUSET, C. HINAREJOS Y J.L. MIRA(*)

INTRODUCCIÓN

Los hongos del suelo son -sin ningún tipo de dudas- los parásitos fúngicos más activos de nuestros agrios. En los huertos, es más raro la no existencia de problemas con estos agentes que la existencia de los mismos. Su presencia en nuestro ambiente es habitual, únicamente se necesita que las condiciones climáticas y edafológicas permitan su desarrollo, como es el caso de las especies del género *Phytophthora*, o dependiente de los cultivos anteriores o restos vegetales que permanezcan en el suelo, caso de la *Armillaria*.

Ambos hongos afectan a los árboles cítricos en la -parte hipógea (raíces y cuello de la raíz) y en la épigea, casi siempre la zona basal de los troncos. La colonización de los tejidos corticales de estos órganos determina siempre marchitamientos y defoliaciones y, en los casos graves, la muerte completa de los árboles. Los daños causados por estos hongos son muy importantes y deben ser vigilados en todas las plantaciones.

En los párrafos siguientes se trata con profundidad la sintomatología, epidemiología y control de estos hongos.

Mal blanco de las raíces (*A. mellea*)

Los cítricos afectados por *A. mellea* muestran un estado patológico bastante amplio y poco específico. Generalmente dejan de crecer y manifiestan una clorosis foliar de variable intensidad y difundida en unas cuantas ramas o en todo el ramaje. Posteriormente comienzan a marchitarse lentamente (se presentan como si les faltase agua) y finalmente, de una forma rápida o imprevista, se secan completamente.

Descalzando el pie de estos árboles aparece la manifestación sintomatológica típica e inconfundible de la *A. mellea*. Este hongo causa la podredumbre de los tejidos consistentes vivos (corteza y albura) de las raíces y de la parte basal del tronco de los cítricos. La corteza de las raíces gruesas y

Sin lugar a dudas, los hongos del suelo son los parásitos fúngicos más activos de nuestros agrios, provocando marchitamientos y defoliaciones y, en los casos graves, la muerte total del árbol. Unos daños que son muy importantes en nuestra citricultura, tal como el autor del artículo explica en el mismo, al tiempo que trata con profundidad la sintomatología, epidemiología y control de estos hongos del suelo que dañan las raíces y tronco de los agrios.

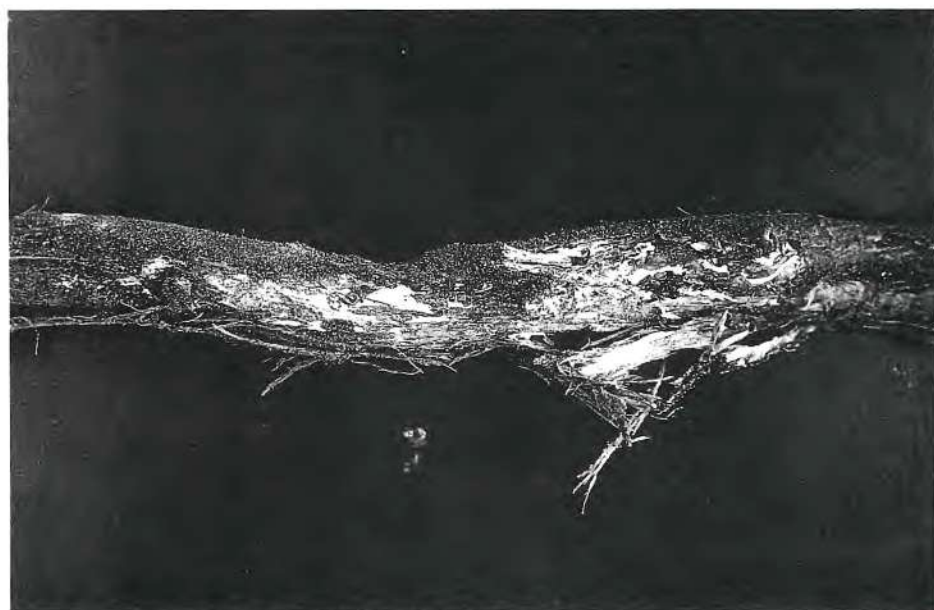


Fig. 1. Desarrollo subcortical de *A. Mellea*.

de la zona del cuello aparece de color más oscuro de lo habitual y completamente alterada. Separando las porciones corticales, que se desprenden con facilidad y emanan un penetrante olor a hongo, aparecen placas densas de micelio de color blanco-cremoso con aspecto de fieltro fibroso, que se insinúan entre los propios tejidos corticales y que pueden alcanzar grandes dimensiones (Fig. 1).

En la superficie de las raíces infectadas desde bastante tiempo se observan largos cordones entrelazados y con un recorrido rectilíneo o sinuoso, los rizomorfos, de algunos milímetros de grosor, de color marrón claro que en contacto con el aire se ennegrecen.

En el contexto clásico, la especie *A. mellea*

muestra una gran variabilidad en su comportamiento biológico así como en la morfología del carpóforo en la naturaleza y del micelio en cultivo puro (Guillaumin, 1988) (Fig. 2). Esta dificultad se ha querido resolver estableciendo varias especies sobre la base de la morfología del carpóforo (Romagnesi, 1973), aunque por no tener en cuenta la sexualidad resulta bastante incierto que estas especies sean verdaderas entidades biológicas. Hintikka (1973) consigue explicar el ciclo biológico de este hongo y especifica que *Armillaria* posee un esquema de sexualidad heterotálico y tetrapolar. Esto hace posible cruzar diferentes razas o líneas de este hongoy, con ello, mostrar la existencia de grupos interestériles que pueden ser

considerados como el fundamento para la taxonomía del complejo *A. mellea*. Korhonen (1978) demuestra que todas las razas existentes en Europa podían ser reunidas en cinco grupos interestériles, que él denominó A, B, C, D y E, los cuales corresponden a las siguientes especies:

Grupo A.-

Armillaria borealis Marxmuller & Korhonen

Grupo B.-

A. cepaestipes Velenovsky

Grupo C.-

A. obscura (Pers.) Herink

Grupo D.-

A. mellea sensu stricto

Grupo E.-

A. bulbosa (Barla) Kile & Walting

Las especies A, B y E son generalmente saprófitas. Las especies C y D tienen un comportamiento claramente parasitario pero variable según las plantas huéspedes.

Epidemiología

A. mellea sensu stricto es una especie polífaga que se encuentra ampliamente distribuida por el oeste y sur de Europa. Está considerada como un parásito débil que infecta las plantas de consistencia leñosa debilitadas por desfavorables situaciones edáficas o climáticas, pero también es capaz de comportarse como un parásito primario de árboles sanos. Para los cítricos este hongo es uno de los más destructivos, causando la podredumbre de las raíces y de la parte basal del tronco por medio de enzimas celulolíticas y lignolíticas.

El ciclo completo de *A. mellea sensu stricto* tiene lugar en el suelo. Se conserva por medio de micelio denso en los restos de raíces y de madera (generalmente procedente de la poda) que permanecen enterrados en el suelo (de ahí -por esto- su gran perdurabilidad). Produce rizomorfos subterráneos, estructuras de conservación bastante diferenciadas que crecen apicalmente. Cuando estos rizomorfos se ponen en contacto con las raíces, se fijan a ellas por medio de una sustancia mucilaginosas y, rápidamente, forman ramificaciones cortas que penetran directamente en la corteza de la raíz. La infección también puede ocurrir directamente con el micelio, al ponerse en contacto los restos de madera infectados con las

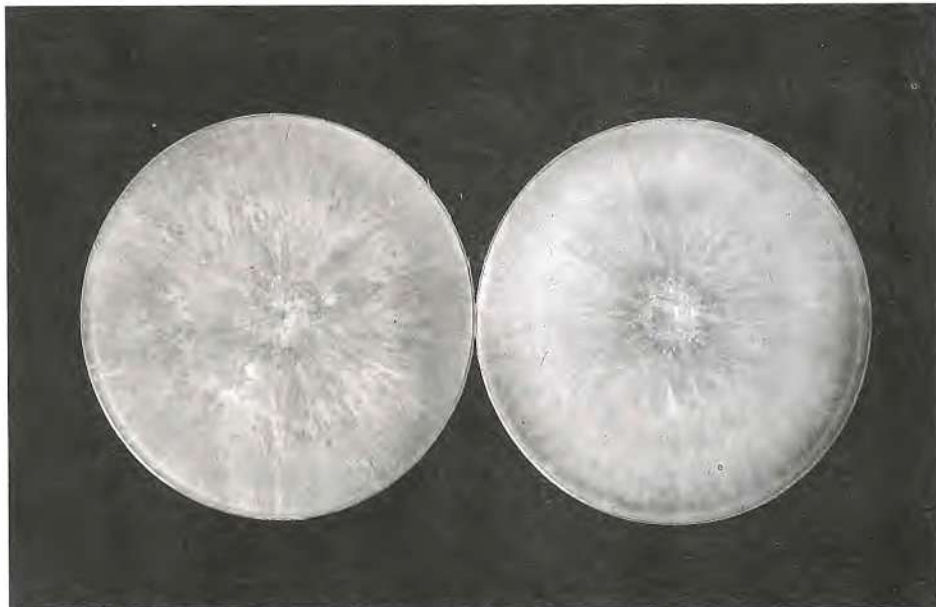


Fig. 2. Micelio de dos aislados de *A. Mellea*.

raíces, especialmente si en éstas existen heridas o las lenticelas están hipertrofiadas.

Una vez penetrado el hongo, éste coloniza la raíz y la base del tronco por medio de rizomorfos aplastados y abanicos miceliares (zona del cambium) y de micelio indiferenciado (zona del floema y xilema activo). Así, *A. mellea sensu stricto* se difunde por los rizomorfos subterráneos en el suelo y, también, por los rizomorfos subcorticales debajo de la corteza de las raíces. En éste último caso, las plantas afectadas se las considera como sensibles. Después de la muerte del árbol, las raíces podridas contienen grandes masas de micelio. A partir de estas, en los otoños templados y lluviosos, se pueden formar en el exterior, en el tronco semidescompuesto (tocón) grupos apretados de carpóforos de color miel, aunque esto no siempre sucede. Subterráneamente, también en estas raíces podridas se inician otra vez los rizomorfos en el suelo y, con ellos, se continúa el ciclo de infección de este patógeno.

La presencia en el suelo de residuos de madera enterrados y en periodo de descomposición, junto con la existencia de una vegetación leñosa longeva (coníferas, encinares, algarrobos, viñedos, etc.), es la situación más peligrosa para que *A. mellea* cause la infección en las nuevas plantaciones de cítricos.

Control

La lucha contra *A. mellea* es muy difícil, porque todos los órganos o estructuras de conservación e infección de este hongo se encuentran en el suelo, generalmente a profundidades considerables (por debajo

de los 50-60 cm. son muy frecuentes) y, además, el micelio y los rizomorfos se encuentran en el interior de las raíces o de la madera muerta, lo que complica todavía más su posible destrucción con productos químicos, tanto sólidos, líquidos como gaseosos.

Varias son las medidas profilácticas que pueden ser tomadas para evitar o ralentizar la podredumbre por *Armillaria*, como:

- eliminar del suelo, lo mas completamente posible, los tocones y las raíces así como otros restos de lena de los árboles muertos.
- dejar el suelo un largo periodo (varios años) sin replantar, con el fin de que los rizomorfos se vayan muriendo.
- favorecer la creación de un buen drenaje del suelo que evite el encharcamiento.
- limitar el suministro de agua en los suelos arcillosos (pesados) y compactos.

Una vez plantados los cítricos, se deben realizar las prácticas culturales necesarias para ponerlos en las mejores condiciones vegetativas, pero sin abusar de los fertilizantes y de los riegos. Si la enfermedad vuelve aparecer, se deben erradicar inmediatamente los árboles afectados, insistiendo como hemos dicho en la parte radical de los mismos.

Los tratamientos al suelo con fumigantes (bromuro de metilo, sulfuro de carbono o metil isotiocianato de sodio) o fungicidas (derivados fenólicos) no son efectivos para erradicarla *A. mellea*. Únicamente, si el suelo



Fig. 3. "Gomosis" causada por *P. Nicotianae* var. *parasítica*.

es arenoso y suelto, se pueden reducir algunos focos o ralentizar el desarrollo de los rizomorfos.

El control biológico de *Armillaria* con antagonistas, como bacterias (*Bacillus* sp.) y hongos (*Trichoderma* sp., *Myrothecium* sp., etc) que en el laboratorio y en el invernadero han ofrecido algunos resultados con signos esperanzadores, en las condiciones de campo, hoy por hoy, no se contempla como medio de paliar o de reducir la incidencia de estos importantes patógenos del suelo.

«Gomosis» o «Podredumbre del cuello» de la raíz

Los agentes fúngicos causantes principales de la «gomosis» (Fig. 3) y «podredumbres del cuello» (Fig. 4) de la raíz, en nuestras condiciones ambientales, son *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* (Dastur Waterhouse) y *P. citrophthora* (Smit et Smith) Leonian, especies ampliamente distribuidas en todas las plantaciones cítricas.

P. nicotianae var. *parasitica* es un hongo bastante polífago que se aísla en verano y otoño en plantaciones de naranjos, mandarinos y limoneros con síntomas de «gomosis» activa a partir de los chancros jóvenes del tallo y cuello de la raíz y también del suelo, en plantaciones con problemas importantes de esta enfermedad, lo que le hace ser el principal responsable de la «podredumbre del cuello» y de la gomosis en todo el país.



Fig. 4. "Podredumbre del cuello" o "Podredumbre basal" debida a *P. Nicotianae* var. *parasítica*.

P. citrophthora es una especie menos polífaga que la anterior, siendo su presencia en el suelo de las plantaciones españolas de cítricos muy importante, pudiéndose aislar en primavera, otoño e invierno con relativa facilidad. Colabora con la anterior especie en la producción de la «gomosis».

Epidemiología

Esta enfermedad se manifiesta, al principio, en la parte basal del tronco con abundante aparición de goma en la superficie de la corteza, la cual toma un color oscuro mientras que los tejidos internos mueren hasta el leño. Las zonas infectadas pueden tener forma y amplitud variable y progresan más rápidamente en sentido longitudinal que lateralmente. Los tejidos corticales muertos se secan gradualmente, apareciendo la corteza al poco tiempo deprimida y resquebrajada, mientras que las zonas limítrofes se ven sanas.

Cuando los chancros necróticos y fisurados interesan zonas importantes de la parte basal del tronco, las plantas comienzan a mostrar en su parte aérea los efectos de la alteración. Las hojas toman un color verde pálido a menudo y los nervios presentan una coloración amarillenta. Las brotaciones son pequeñas y escasas, de aspecto clorótico; las hojas pequeñas no crecen lo suficiente, dando a la planta una configuración de pobreza foliar. La producción de frutos también es más reducida, así como el tamaño de los mismos y las ramas terminales se van secando progresivamente hasta alcanzar en los casos graves las ramas más gruesas.

Si el ataque de estos hongos tiene lugar en plantaciones jóvenes, se produce en

pocas semanas la muerte de muchos árboles que no pueden poner en marcha su mecanismo de defensa contra ellos.

La penetración de *Phytophthora* spp. en los tejidos suberizados de la porción basal del tallo de los agrios (zona de la planta en la que el parasitismo de estos hongos tiene lugar normalmente) se produce a través de lesiones que inciden en la epidermis. Esta actúa como una barrera que protege la penetración de los hongos; las heridas y fisuras de la corteza son las aperturas naturales para que ocurra la infección. La colonización de los tejidos corticales por estos hongos, tiene lugar siempre cuando las zoosporas han atravesado la barrera del cambium suberígeno.

El ataque de los hongos parásitos facultativos se ve favorecido por el estrés hídrico de las plantas. Entre los factores que tienen una incidencia directa en la presencia y severidad de la enfermedad, el estrés hídrico de los tejidos vegetales es el más marcado o llamativo. Hemos estudiado la posible influencia de una reducción controlada del contenido de agua de los tejidos de la corteza en la susceptibilidad de naranjo amargo, citrange Troyer, mandarino común y naranjo dulce a ser colonizados por *P. nicotianae* var. *parasitica*. Cuando los tejidos de la corteza están turgescientes (alrededor del 100% de contenido relativo de humedad), se comprueba una susceptibilidad ligera en naranjo amargo y citrange Troyer y mayor en mandarino común y naranjo dulce. Si el contenido relativo de humedad (CRH) se encuentra entre el 90% y el 80%, la colonización se potencia y, tanto el naranjo amargo como el citrange Troyer, se comporta como susceptibles. Con CRH

inferiores al 80%, la colonización de la corteza disminuye en el naranjo amargo, citrange Troyer o mandarino común, pero continúa en naranjo dulce. Esto indica que, además de la resistencia natural (posiblemente química) de cada especie de agrio, la colonización de los tejidos corticales por *Phytophthora* spp. -una vez franqueada la barrera de la peridermis- esta directamente relacionada con su contenido de agua. Esta colonización es rápida e importante en los primeros estados de deshidratación. Ello comporta que los patrones con buena resistencia, como naranjo amargo y los citranges, después de tiempo seco o de sequía si sobrevienen lluvias importantes, se hacen más susceptibles a la «gomosis» y a la «podredumbre de suelo».

Control de la *Phytophthora* del suelo

Para un aislado de *Phytophthora* spp., los factores de predisposición (especialmente el déficit hídrico en los tejidos de la corteza) pueden transformar a una especie de agrio, que normalmente muestra tolerancia o resistencia, en claramente susceptible. Por esta razón, la elevada o baja susceptibilidad de los diferentes portainjertos a la «gomosis» y «podredumbre de cuello» es relativa y altamente influenciada por las condiciones

culturales y ambientales bajo las cuales las plantas se desarrollan. Esto indica que el control en el campo de *Phytophthora* spp. debe de estar basado siempre en el empleo por un lado de métodos indirectos y, por el otro, del control químico.

El control indirecto contra estas enfermedades debería consistir: a) en cultivar las plantas en las mejores condiciones, como evitar inundaciones, lesiones en la parte basal de los troncos, suelos compactos, excesivo abonado nitrogenado, etc.; b) en mantenerlos con un buen vigor, mediante riegos frecuentes en suelos con buen drenaje, evitando los largos periodos de sequía, a fin de que los árboles puedan resistir los ataques de *Phytophthora* spp.

El control directo mediante la aplicación de fungicidas tiene aquí algunas bien definidas peculiaridades. La utilización de los compuestos exoterápicos, los más empleados, se realizan generalmente siguiendo una de estas tres técnicas:

- aplicación directa por pulverización o pintado de la parte basal de los troncos, con una suspensión concentrada de uno o varios fungicidas.
- raspado de la exudación gomosa, seguido por la pulverización o pintado con una suspensión de un solo o mezcla de fungicidas.

- eliminación, mediante cirugía, de todos los tejidos corticales afectados; posteriormente se pulveriza o pinta con el fungicida. Más tarde, entre los 4 y las 24 horas, a toda el área de corteza eliminada se le aplica una pintura o emulsión asfáltica.

La mayoría de los fungicidas existentes en el mercado puede ser utilizados en estas técnicas. Sin embargo, el número ha sido restringido a los derivados del cobre (oxicloruro de cobre), ditiocarbamatos (zineb, mancozeb, methiram, etc.) o ftalimidas (captan y folpet), todos ellos aplicados solos o mezclados con el oxocloruro de cobre. La actividad fungitóxica de estos productos, se dirige básicamente a impedir la germinación del esporangio y zooporas que alcanzan la corteza. Su eficacia sobre el micelio que coloniza los tejidos es muy pobre y, en el caso del cobre, prácticamente nula.

El desarrollo de fungicidas sistémicos activos contra los hongos oomicetos, con propiedades curativas y protectivos, ha sido un paso importante en el control de estos micromicetos, especialmente de *Phytophthora* spp.. Entre ellos, metalaxil y fosetil-Al han demostrado, en todos los ensayos realizados por nosotros en invernadero y en campo durante estos diez últimos años, ser los más activos contra *P. nicotianae* var.

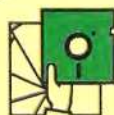
INFORMATICA Y GESTION

ISAPLAN: LA MEMORIA VISUAL DE SU EXPLOTACION

NOVEDAD
99.000 Pts.



- **VISUALIZAR** su explotación
- **CALCULAR** superficies
- **MEDIR** distancias
- **SIMULAR** distribución cultivos
- **GESTIONAR** datos técnico-económicos
- **ARCHIVAR** historial parcelas
- **CONSULTAR** gráficamente
- **IMPRIMIR** planos



ISAGRI

Tel.: (96) 356 08 65 - Fax: (96) 356 08 64

Remitir a ISAGRI: Avda. Blasco Ibáñez, 194-11 - 46022 VALENCIA

Nombre: _____

Dirección: _____

C.P.: _____

Tfno: _____

Localidad: _____

Deseo recibir información sobre las soluciones ISAGRI

parasitica y *P. citrophthora*. De ambos productos, el fosetil-Al produce mejores resultados *in vivo*, o sea, en corteza de la parte basal del tronco del naranjo dulce, mandarino y pomelo. De todos modos, la buena actividad fungitóxica de ambos fungicidas han hecho posible la lucha curativa contra *Phytophthora*.

Para el fosetil-Al su empleo en un programa de tratamientos como el que se indica a continuación:

- 1er tratamiento: a los 10-20 días de iniciada la brotación primaveral (movida de abril-comienzo de mayo).
- 2º tratamiento: durante la brotación de verano (julio).
- 3er tratamiento: a los dos o tres meses del anterior (septiembre-octubre), determina resultados bastante efectivos, siempre que los chancros estén iniciando su desarrollo. Si estos se encuentran ya muy desarrollados, para conseguir una buena eficacia, además de la pulverización foliar con el fosetil-Al, hay que incidir directamente en el chancro con un producto exoterápico de los indicados.

La dosis de empleo de fosetil-Al es entre 0.2 y 0.3% de producto comercial en aplicación foliar.

En las condiciones de campo, fosetil-Al reduce evidentemente y llega a controlar la «podredumbre del cuello de la raíz» y los «chancros gomosos» y puede -esto es un poco difícil contrastar en el campo- también mejorar el sistema radicular afectado igualmente por *Phytophthora* spp.

Posibilidades de un control biológico en *Phytophthora*

Desde las observaciones en 1954 por De Wolfe *et al.*, que la repartición en el campo de virutas de madera, formando un «mulching» o capa, incrementaba el número de colonias de *Trichoderma* spp y, simultáneamente, una reducción de *P. citrophthora* y *P. nicotianae* var. *parasitica*. ningún progreso ha sido hecho en el control biológico con micotoxinas contra estos hongos. En 1982, en nuestro laboratorio, aislamos *Myrothecium roridum* Tode ex Fries, un hifomiceto cosmopolita con elevada actividad celulolítica, a partir de plantas de *Euphorbia latyrus* L., una especie con posibilidades de ser empleada como planta agro-energética, que mostraban decaimiento y podredumbre de la parte basal del tallo. El

aislamiento de este hongo abre un camino que puede ser muy interesante para controlar los hongos del género *Phytophthora* y otros. Filtrados culturales de nuestro aislado de *M. roridum* cultivado en medio líquido, detienen *in vitro* el crecimiento de los hongos del género *Phytophthora*. Concentraciones de 1:20 de filtrado cultural en PDA, son suficientes para frenar el desarrollo de la colonia del hongo. Este es completamente detenido a las concentraciones de 1:8-1:10.

En tests *in vivo* (frutos y corteza), *P. nicotianae* var. *parasitica* es completamente frenado en su desarrollo por *M. roridum*. En inoculaciones conjuntas de este hongo y de la *Phytophthora* en naranjo dulce injertado sobre citrange Troyer, mandarino Cleopatra y naranjo dulce, las lesiones de «gomosis» son detenidas a los 7-10 días, induciendo gradualmente al chancro a un estado de evidente inactividad.

El *M. roridum* es un hongo con un amplio potencial micotóxico, que en los agrios puede ser interesante para controlar *Phytophthora* spp.

BIBLIOGRAFÍA

- DE WOLFE, T.A., KLOTZ, J., MOORE, P.W. & HASHIMOTO, A. 1954. *Effects of mulches on citrus orchards*. California Citrograph 39, 422, 436-7.
- GUILLAUMIN, J.J. 1988. *The Armillaria mellea complex* (En el European handbook of Plant Diseases, Editado por Smith, *et al.*), 1 tomo, pages 20-5221.
- HINTIKKA, V. 1973. *A note on the polarity of Armillariella mellea*. Karstenia 12:32-39.

KORHONEN, K. 1978. *Interfertility and clonal size in the Armillaria mellea complex*. Karstenia 18: 31-42.

ROMAGNESI, H. 1973. *Observations sur les Armillariella (II)*. Bulletin de la Societe Mycologique de France. 89: 195-206.

TUSET, J.J. 1987. *Principales enfermedades de los agrios en el campo causados por hongos*. Levante Agrícola 273-274: 67-72.

TUSET, J.J., BUJ, A. y HINAREJOS, C. 1991. *Enfermedades fungosas de los agrios*. Hortofruticultura 10: 49-56.

Dept. de Protección Vegetal y Biotecnología (IVIA) Moncada (Valencia)



LABORATORIO ESCUREDO

ANÁLISIS DIAGNÓSTICO Y CONTROL

Acreditación oficial nº 172

- DICTÁMENES Y ANÁLISIS FITOPATOLÓGICOS
- ANÁLISIS DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
- ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE SUBSTRATOS
- ANÁLISIS DE MATERIAS ORGÁNICAS
- MEDIO AMBIENTE E IMPACTO AMBIENTAL
- POTABILIDAD DE AGUAS Y PESTICIDAS
- CALCULO DE PROGRAMAS DE FERTIRRIGACIÓN Y ABONADO PARA TODA CLASE DE CULTIVOS: HIDROPÓNICOS, INTENSIVOS Y EXTENSIVOS

Envíe sus muestras y datos a:

C/ Doctor Domènech nº 1, Planta • 43203 REUS (Tarragona)
Tel. (977) 31 97 14 • Fax. (977) 31 01 71